

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-119526

(43)Date of publication of application : 23.04.2003

(51)Int.Cl.

C22C 1/08  
B22D 1/00  
B22D 19/14  
B22D 25/02  
B22D 27/09  
C22C 1/10  
C22C 21/00

(21)Application number : 2002-204813

(71)Applicant : HUETTE KLEIN-REICHENBACH  
GMBH

(22)Date of filing : 11.06.2002

(72)Inventor : DOBESBERGER FRANZ  
FLANKL HERBERT  
LEITLMEIER DIETMAR  
BIRGMANN ALOIS  
SCHULZ PETER

(30)Priority

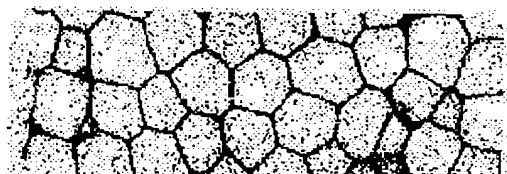
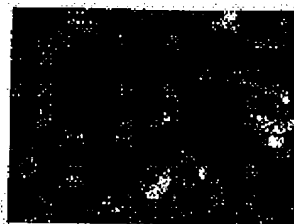
Priority number : 2001 0935 Priority date : 15.06.2001 Priority country : AT

(54) METHOD FOR PRODUCING LIGHTWEIGHT MOLDED BODY, AND MOLDED BODY  
MADE OF FOAMED METAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing a lightweight molded body having a desired material behavior under certain stress conditions, and provide a molded body.

SOLUTION: A free-flowing metal foam with a monomodal distribution of dimensions of voids and a proportionate maximum longitudinal extension thereof in a range of 1.0-30.0 mm is methodologically and technologically produced, introduced into a mold and compressed therein essentially under all-round pressure,



wherein the particle-containing, molten metal boundary walls enclosing the voids are at least partially given planar areas and the heat of solidification of the melt is dissipated. In the lightweight molded body consisting of the objective foamed metal, the foamed metal of the molded body has a monomodal distribution of the proportionate maximum longitudinal extension of the voids in the range of 1.0-30.0 mm in a three-dimensional view.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

PAT-NO: JP02003119526A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003119526 A

TITLE: METHOD FOR PRODUCING LIGHTWEIGHT MOLDED BODY, AND MOLDED  
BODY MADE OF FOAMED METAL

PUBN-DATE: April 23, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DOBESBERGER, FRANZ	N/A
FLANKL, HERBERT	N/A
LEITLMEIER, DIETMAR	N/A
BIRGMANN, ALOIS	N/A
SCHULZ, PETER	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HUETTE KLEIN-REICHENBACH GMBH	N/A

APPL-NO: JP2002204813

APPL-DATE: June 11, 2002

PRIORITY-DATA: 20010935 ( June 15, 2001)

INT-CL (IPC): C22C001/08, B22D001/00, B22D019/14, B22D025/02, B22D027/09  
, C22C001/10, C22C021/00

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for producing a lightweight molded body having a desired material behavior under certain stress conditions, and provide a molded body.

**SOLUTION:** A free-flowing metal foam with a monomodal distribution of dimensions of voids and a proportionate maximum longitudinal extension thereof in a range of 1.0-30.0 mm is methodologically and technologically produced, introduced into a mold and compressed therein essentially under all-round pressure, wherein the particle-containing, molten metal boundary walls enclosing the voids are at least partially given planar areas and the heat of solidification of the melt is dissipated. In the lightweight molded body consisting of the objective foamed metal, the foamed metal of the molded body has a monomodal distribution of the proportionate maximum longitudinal extension of the voids in the range of 1.0-30.0 mm in a three-dimensional view.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] From a metal molten metal with a particle, by putting in gas or a gas mixture object to a metal molten metal In the manufacture approach of a Plastic solid a foamy metal is formed, a part is put at least into a foamy metal to mold, and the mobile phase of a foamy metal is made to solidify within mold It is manufactured by the greatest die length about the rate of the cavity which whose foamy metal which can flow is the single mode distribution of the dimension of a cavity, and has it in the range of 1.0-30.0mm. The manufacture approach of a lightweight Plastic solid which it is put in to mold, and is substantially compressed by the whole surface in response to a pressure within mold, and the range of plane exists in the metal molten metal partition wall containing the particle which surrounds a cavity in part at least, and is characterized by drawing the heat of solidification of a molten metal.

[Claim 2] The approach according to claim 1 characterized by being put into gas by the supply pipe which projects and enters to a molten metal in order to adjust the single mode distribution of the magnitude of a cavity.

[Claim 3] The approach according to claim 1 or 2 characterized by being carried out within the mold in which compression of the foamy metal which can flow has an inside dimension equivalent to the dimension of a request of a Plastic solid.

[Claim 4] The lightweight Plastic solid which consists of spherical or the foamy metal characterized by for the foamy metal of a Plastic solid seeing in three dimensions, and having the single mode distribution of the greatest die length in the range of 1.0-30.0mm about the rate of a cavity in what consists of the foamy metal which consists of a metal base material including ellipsoid-like many cavities substantially [ a particle is contained and ].

[Claim 5] The Plastic solid according to claim 4 characterized by the partition wall which includes a cavity in part at least having the range of plane.

[Claim 6] The Plastic solid according to claim 4 or 5 with which a foamy metal is seen in three dimensions, and the ratio of the length between couplings of two cavities different, respectively is characterized by being smaller than 45 by the average about at least 20 pairs.

[Claim 7] The Plastic solid of one publication of claim 4-6 which looks at a foamy metal in three dimensions, and is characterized by it being smaller than 30 at the average about at least 20 pairs, and the ratio of the length between couplings of two cavities different, respectively being smaller than 15 if possible, and being smaller than especially 5.

[Claim 8] The Plastic solid of one publication of claim 4-7 characterized by distributing and containing the particle in homogeneity in a metal base material.

[Claim 9] The Plastic solid of one publication of claim 4-8 with which the cavity which adjoins mutually is characterized by dissociating mutually thoroughly with the metal base material.

[Claim 10] a metal base material -- a light metal -- the Plastic solid of one publication of claim 4-9 characterized by consisting of \*\*\*\* aluminum or an aluminum alloy.

[Claim 11] The Plastic solid of one publication of claim 4-10 characterized by the particle contained in a metal base material having 1-50 micrometers of magnitude which is 3-20 micrometers if possible.

[Claim 12] a metal base material -- a non-metallic particle -- the Plastic solid of one publication of claim 4-11 characterized by containing the particle which consists of a \*\*\*\* SiC particle, 2Oaluminum3 particle, or the phase between metals.

[Claim 13] The Plastic solid of one publication of claim 4-12 characterized by being 15 to 30 volume % so that the volume rate of the particle contained in the metal base material may 10-50 volume % Become.

[Claim 14] The Plastic solid of one publication of claim 4-13 characterized by the consistency of a foamy metal being smaller than 1.05 g/cm<sup>3</sup>, and if possible being smaller than 0.7 g/cm<sup>3</sup>.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of a lightweight Plastic solid a foamy metal is formed, a part is put at least into a foamy metal to mold, and the mobile phase of a foamy metal is made to solidify within mold from a metal molten metal with a particle by putting in gas or a gas mixture object to a metal molten metal.

[0002] furthermore, substantially, a particle is contained and it relates [ this invention is alike and ] to spherical or the lightweight Plastic solid which consists of a metal base material including ellipsoid-like many cavities.

[0003] The Plastic solid which consists of a foamy metal has a consistency small naturally, and has a special mechanical material property according to structure. For example, such a Plastic solid will receive the large deformation with the condensation to 70% or more, if three-dimensions compressive stress is applied. These ingredients with a special property are [ in / a technical activity ] advantageously usable as an energy absorption object in an automobile technique etc.

[0004] If such a Plastic solid is used for the selected function with a specific parameter, it is important to guarantee the description of the property in which the respectively same rendering of an ingredient is possible.

[0005]

[Description of the Prior Art] From the Europe patent application announcement No. 483184 description, it is put in to the molten metal of a metal with the reinforcement means with which the gas which the manufacture approach of the foamy metal reinforced with a particle is well-known, and forms a cel was distributed minutely, and the foaming metal matrix composite is formed, the bubble which accumulated from the front face of the fused ingredient is removed, and it is made to solidify. however, a bubble with the magnitude or magnitude distribution which cannot control this foamy metal -- having - - that result -- the property profile bluntest [ of a bubble object or a Plastic solid ] -- being generated -- a function -- technical instability arises.

[0006] According to the Europe patent application announcement No. 545957 description and the U.S. Pat. No. 5221234 description, another lightweight metal body has the stoma of spherical a large number in closing with the magnitude in the range of 10-500 micrometers, and general [ which were separated ]. Although the stoma small in this way which has a large difference in a diameter can give small specific gravity to the metal body formed with aluminum as compared with a solid ingredient, in predetermined conditions, a consistency and 60% or more of condensation of an ingredient smaller than 1.0 g/cm<sup>3</sup> are not obtained, when the most.

[0007] in order to manufacture the lightweight object of the various configurations formed from a foamy metal -- one by one (a U.S. Pat. No. 5281251 description --) the Federal Republic of Germany patent No. 4326982 description -- or -- continuous (a U.S. Pat. No. 5334236 description --) Although the body on which the approach and equipment of a large number which operate on the Europe patent application disclosure No. 544291 description, the Federal Republic of Germany patent No. 4326982 description,

and international application/[ 91st ] No. 03578 descriptions are already proposed, and thereby completely function theoretically can be manufactured The mechanical property cannot be set up in the precision often demanded.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is aiming at enabling the configuration of the internal structure of a Plastic solid so that this invention offers relief measures here, the approach of the class raised first may be offered in order to manufacture a lightweight Plastic solid, and an ingredient may have an exact mechanical property value substantially by that cause.

[0009] Furthermore, the technical problem of this invention is offering the Plastic solid of a class which raised to the beginning which has the structure which has a substantially precise deformation property according to the many dimensions-compressive stress impressed especially.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The object by this invention is manufactured by the greatest die length about the rate of the cavity which whose foamy metal which can flow is the single mode distribution of the dimension of a cavity, and has it in the range of 1.0-30.0mm. It is put in to mold, and is substantially compressed by the whole surface in response to a pressure within mold, the range of plane exists in the metal molten metal partition wall containing the particle which surrounds a cavity in part at least, and it is reached by drawing the heat of solidification of a molten metal.

[0011] The advantage acquired by this invention is that the single mode distribution of the dimension of the cavity in a foamy metal brings about the prerequisite of the material property in a specific stress condition substantially. It is important for the specific surface load to which the diameter of the greatest cavity can bear about a rate in the case of impression of the height of the elasticity limit of an ingredient, and the compressive stress of a member.

[0012] In order to create the range of plane in part at least in a partition wall, depending on the case of the whole surface, few compressive loads are substantially [ the bubble which can flow ] required, and the advantage of future plurality arises. However, it is especially important that the partition wall which is in a bubble ingredient in this way, and its branching range are advantageously set up or formed to a mechanical support load or a crookedness load. Thereby, in case a predetermined stress range is exceeded, crookedness of a stoma or breaking of a stoma is performed by large deformation or condensation in the case of the slight coagulation of a lightweight object.

[0013] In order [ for the single mode distribution acquired within limits with the narrow dimension of the cavity in a bubble ingredient ] to adjust the single mode distribution of the dimension of a cavity about the rate of a cavity for precise setting out of the greatest diameter, when it was put into gas by at least one supply pipe which projects and enters to a molten metal, it turned out especially that it is advantageous.

[0014] It is advantageous if carried out within mold with the inside dimension with which it corrects in manufacturing technology and compression of the foamy metal which can flow is equivalent to the dimension of a request of a Plastic solid also about the quality of a product.

[0015] About mechanical load, especially, about a desired material property, another technical problem of this invention is solved, when the foamy metal of a Plastic solid sees in three dimensions and has the single mode distribution of the greatest die length in the range of 1.0-30.0mm about the rate of a cavity.

[0016] as the advantage of the lightweight Plastic solid formed in this way from a foamy metal already stated first substantially, an advantageous condition is acquired by the single mode method about the tee configuration of the wall of air bubbles -- antecedent-basis attachment \*\*\*\*. in the 2 modes or many mode distribution of magnitude of a cavity , it be small to the wall branch point , or the thickening section and the solidification shrinkage section which have a very small stoma depending on the case exist in it , on the other hand , it raise the specific gravity of a bubble object , and crookedness of the wall at the time of increase the metal costs for form it , bar division of a force component on the other hand , and a load be apply by that cause be determine uniquely .

[0017] If the partition wall which includes a cavity in part at least has the range of plane, the advantage by this invention of the effectiveness of the mechanism of action will be strengthened in the case of

division of the component of compressive force.

[0018] Furthermore, a foamy metal is seen in three dimensions, and if the ratio of the length between couplings of two cavities different, respectively is smaller than 45 at the average about at least 20 pairs, the substantially narrow load range from which breaking of a bubble cavity begins will be obtained so that advantageously.

[0019] A foamy metal is seen in three dimensions in that case, and if it is smaller than 30 at the average about at least 20 pairs, and the ratio of the length between couplings of two cavities different, respectively is smaller than 15 if possible and smaller than especially 5, according to a compressive load, the precision of the shift to plastic deformation from the elastic deformation of an ingredient can be raised further. These values are related to the cavity created, when not taking into consideration solidification shrinkage in a Plastic solid.

[0020] In case manufacture of a foamy metal and mechanical load are applied, the presentation and configuration of a partition wall of a floating metal and a cavity are also important for the property of a Plastic solid similarly.

[0021] If the particle is distributed and contained in homogeneity in the metal base material for reinforcement, isotropic high reinforcement of the charge of a base material will be given about mechanical load. The cavity which adjoins mutually in that case is advantageous even if it is thoroughly separated mutually by the metal base material. Not each crack which may be produced with mechanical stress in the case of cooling acts, in case a compressive load is applied.

[0022] a metal base material -- a light metal -- if it consists of \*\*\*\* aluminum or an aluminum alloy -- \*\* -- a light Plastic solid can create by this invention.

[0023] Furthermore, if the particle contained in a metal base material has 1-50 micrometers of magnitude which is 3-20 micrometers if possible, an advantageous weight-property ratio will be obtained especially.

[0024] as the reinforcement for the configuration of the bubble separation wall reinforced to foaming and its coagulation, or crookedness -- a metal base material -- a non-metallic particle -- when the particle which consists of a \*\*\*\* SiC particle, 2Oaluminum3 particle, or the phase between metals was contained, it turned out that it is unexpectedly advantageous.

[0025] It turned out that it is especially advantageous in it being 15 to 30 volume % so that the volume rate of the particle contained in the metal base material in that case may 10-50 volume % Become.

[0026] If the consistency of a foamy metal is smaller than 1.05 g/cm<sup>3</sup> and smaller than 0.7 g/cm<sup>3</sup> if possible, a weight-property ratio with the advantageous lightweight Plastic solid of the class by this invention can be raised.

[0027] Drawing and the diagram which were manufactured at the time of material testing explain this invention further.

[0028] The configuration of the cavity in the aluminum Plastic solid by this invention is shown to (A) of drawing 1, and (B) by the sectional view. In the single mode distribution of a dimension, the length between couplings of the cavity which is in the Plastic solid of (A) in the range of 20-12mm was checked, and the greatest die length was 17.2mm about the rate. Although about 3.2% of compression of the foamy metal which can flow was performed, the range of plane is remarkably formed in the range of the partition wall which surrounds a cavity.

[0029] Drawing 2 shows the relation between the consistency of a Plastic solid, and compressive stress. The single mode distribution of the length between couplings of a cavity and its increasing homogeneity influence the dispersion band of relation restrictively in the case of development. If it puts in another way, when the single mode distribution of the cavity in a bubble object exists and the cavity has specific magnitude in the narrow range, it is a precise physical characteristic the start of deformation or breaking in the case of compressive-stress impression. Thereby, the property of a bubble member is precisely computable, or can specify the configuration and structure of a bubble member to a specific function so that advantageously.

[0030] The stress related to a compression set is shown about the experimental result of three Plastic solids as compared with drawing 3. The structure of Plastic solids 1 and 2 with the consistency of 0.091



g/cm<sup>3</sup> and 0.114 g/cm<sup>3</sup> is based on this invention, and the comparison object 3 had 2 mode distribution of the dimension of the cavity which has ingredient concentration in the tee of \*\*\*\*. In the compression curve of Plastic solids 1 and 2, very slight hardening of a Plastic solid is accepted to about 70% of condensation. The comparison object 3 shows remarkable hardening of an ingredient to about 45% of condensation, and hardening increases further from this value. This shows hardening of 2 mode distribution of a cavernous dimension.

[0031] Drawing 4 shows the tee configuration of \*\*\*\* of a lightweight object with the sectional view. The tee configuration with the sharp wall edge between three cavities is shown in (A). Such a tee tends to produce the crack and destruction in the joint range at an early stage. (B) shows the thickened wall tee. This tee configuration produces the disadvantageous configuration of a force component in the case of compressive-load impression of large specific gravity and a Plastic solid. (C) shows the tee for a wall and the thickness and tee mass of a wall are advantageously formed by slight hardening of the Plastic solid in large condensation about the large compression set.

[0032] The foamy metal body without compression formed of this invention was shown by the top view, and gas is a different separation parameter to a bubble, and it was put into it by drawing 5 with the supply pipe which projects and enters to a molten metal. The single mode distribution of each dimension of air bubbles is known. The metal body by (A) has 0.1 g /of specific gravity of 3 cm, and the metal body by (B) and (C) has the specific gravity of 0.2 g/cm<sup>3</sup> and 0.4 g/cm<sup>3</sup>.

[0033] A computerized tomography data group is usable because of count (consistency mapping) of the value of a local consistency. The equalization process for calculating a local consistency makes it possible to check the ingredient distribution between equalization volume. The diagram of the consistency value by which inspection was calculated can give the break through about the homogeneity of a lightweight Plastic solid.

[0034] Drawing 6 shows the relative frequency of the average local consistency in Plastic solid 1 and the comparison object 2 by this invention which were searched for by the computer fault method. The average local consistency of Plastic solid 1 has narrow frequency maximum in about 0.22 g/cm<sup>3</sup>, and this shows the range where length between couplings is narrow about the single mode distribution of the dimension of a cavity, and the rate of a cavity. In contrast, the multi-mode comparison object 2 is characterized by broad progress with remarkable depression of an average local consistency value.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view of the lightweight Plastic solid by this invention is shown.

[Drawing 2] The graph of the relation between the consistency of a Plastic solid and compressive stress is shown.

[Drawing 3] The graph of relation with the compressive stress of a Plastic solid is shown.

[Drawing 4] Three sectional views of the tee configuration of \*\*\*\* are shown.

[Drawing 5] Three top views of a bubble object with different volume density are shown.

[Drawing 6] the bubble object by this invention, and a ratio -- the graph of the average local consistency of a bubble object is shown.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-119526

(P2003-119526A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003. 4. 23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 2 2 C 1/08		C 2 2 C 1/08	B 4 K 0 2 0
B 2 2 D 1/00		B 2 2 D 1/00	Z
19/14		19/14	A
25/02		25/02	G
27/09		27/09	A

審査請求 有 請求項の数14 書面 (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-204813 (P2002-204813)

(22) 出願日 平成14年6月11日 (2002. 6. 11)

(31) 優先権主張番号 A 9 3 5 / 2 0 0 1

(32) 優先日 平成13年6月15日 (2001. 6. 15)

(33) 優先権主張国 オーストリア (A T)

(71) 出願人 502251968

ヒュツテ・クラインーライヒエンパツハ・  
ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテ  
ル・ハフツング

Huette Klein-Reiche  
nbach Gesellschaft  
m. b. H.

オーストリア国シュヴァルツエナウ・クラ  
インライヒエンパツハ25

(74) 代理人 100062317

弁理士 中平 治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軽量成形体の製造方法及び泡状金属から成る成形体

(57) 【要約】

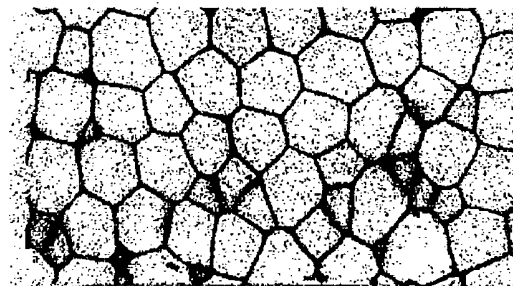
【目的】 特定の応力状態において所望の材料特性をとる軽量成形体の製造方法及び成形体を提供する。

【構成】 方法技術的に本発明によれば、流動可能な泡状金属が、空洞の寸法の単モード分布でかつ1. 0～30. 0mmの範囲にある空洞の割合に関して最大の長さで製造され、鋳型へ入れられ、鋳型内で実質的に全面に圧力を受けて圧縮され、空洞を包囲する粒子を含む金属溶湯区画壁に、少なくとも一部分平面の範囲が存在し、溶湯の凝固熱が導出される。本発明による泡状金属から成る軽量成形体では、成形体の泡状金属が、三次元的に見て1. 0～30. 0mmの範囲に空洞の割合に関して最大の長さの単モード分布を持っている。

(A)



(B)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 粒子を持つ金属溶湯から、ガス又はガス混合物を金属溶湯へ入れることにより、泡状金属が形成され、泡状金属が少なくとも一部鋳型へ入れられ、泡状金属の流動相が鋳型内で凝固せしめられる、成形体の製造方法において、流動可能な泡状金属が、空洞の寸法の単モード分布でかつ1.0～30.0mmの範囲にある空洞の割合に関して最大の長さで製造され、鋳型へ入れられ、鋳型内で実質的に全面に圧力を受けて圧縮され、空洞を包囲する粒子を含む金属溶湯区画壁に、少なくとも一部分平面の範囲が存在し、溶湯の凝固熱が導出されることを特徴とする、軽量成形体の製造方法。

【請求項2】 空洞の大きさの単モード分布を調節するため、溶湯へ突出して入り込む供給管によりガスが入られることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 流動可能な泡状金属の圧縮が、成形体の所望の寸法に相当する内側寸法を持つ鋳型内で行われることを特徴とする、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】 粒子が含まれかつ実質的に球状又は楕円体状の多数の空洞を含む金属母材から成る泡状金属から成るものにおいて、成形体の泡状金属が、三次元的に見て1.0～30.0mmの範囲に空洞の割合に関して最大の長さの単モード分布を持っていることを特徴とする、泡状金属から成る軽量成形体。

【請求項5】 少なくとも一部空洞を含む区画壁が、平面の範囲を持っていることを特徴とする、請求項4に記載の成形体。

【請求項6】 泡状金属を三次元的に見て、それぞれ異なる2つの空洞の最大長さの比が、少なくとも20対についての平均で45より小さいことを特徴とする、請求項4又は5に記載の成形体。

【請求項7】 泡状金属を三次元的に見て、それぞれ異なる2つの空洞の最大長さの比が、少なくとも20対についての平均で30より小さく、なるべく15より小さく、特に5より小さいことを特徴とする、請求項4～6の1つに記載の成形体。

【請求項8】 粒子が金属母材中に均一に分布して含まれていることを特徴とする、請求項4～7の1つに記載の成形体。

【請求項9】 互いに隣接する空洞が、金属母材により完全に互いに分離されていることを特徴とする請求項4～8の1つに記載の成形体。

【請求項10】 金属母材が軽金属なるべくアルミニウム又はアルミニウム合金から成ることを特徴とする、請求項4～9の1つに記載の成形体。

【請求項11】 金属母材に含まれる粒子が1～50μmなるべく3～20μmの大きさを持っていることを特徴とする、請求項4～10の1つに記載の成形体。

【請求項12】 金属母材に非金属粒子なるべくSiC粒子又はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子又は金属間相から成る粒子が含

まれていることを特徴とする、請求項4～11の1つに記載の成形体。

【請求項13】 金属母材に含まれている粒子の容積割合が10～50容積%なるべく15～30容積%であることを特徴とする、請求項4～12の1つに記載の成形体。

【請求項14】 泡状金属の密度が1.05g/cm<sup>3</sup>より小さく、なるべく0.7g/cm<sup>3</sup>より小さいことを特徴とする、請求項4～13の1つに記載の成形体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、粒子を持つ金属溶湯から、ガス又はガス混合物を金属溶湯へ入れることにより、泡状金属が形成され、泡状金属が少なくとも一部鋳型へ入れられ、泡状金属の流動相が鋳型内で凝固せしめられる、軽量成形体の製造方法に関する。

【0002】更に本発明は、粒子が含まれかつ実質的に球状又は楕円体状の多数の空洞を含む金属母材から成る、軽量成形体に関する。

【0003】泡状金属から成る成形体は、当然に小さい密度を持ち、構造により特別な機械的材料特性を持っている。例えばこのような成形体は、三次元圧縮応力を加えると、70%以上までの圧縮度を持つ大きい変形を受ける。特別な性質を持つこれらの材料は、技術的使用において、例えば自動車技術等におけるエネルギー吸収体として有利に使用可能である。

【0004】特定のパラメータを持つ選ばれた機能のためにこのような成形体を使用すると、材料のそれぞれ同じ再現可能な特性の特徴を保証することが重要である。

## 【0005】

【従来の技術】欧州特許出願公告第483184号明細書から、粒子で補強される泡状金属の製造方法が公知であり、セルを形成するガスが、微細に分布した補強手段を持つ金属の溶湯へ入れられ、泡立つ金属複合材料が形成され、溶融した材料の表面からたまった泡が除去られ、凝固せしめられる。しかしこの泡状金属は、制御できない大きさ又は大きさ分布を持つ泡を持ち、その結果泡体又は成形体の最高に鈍い特性輪郭が生じ、機能技術的な不安定性が生じる。

【0006】別の軽量金属体は、欧州特許出願公告第545957号明細書及び米国特許第5221234号明細書によれば、10～500μmの範囲にある大きさを持つ閉じかつ分離した一般に球状の多数の小孔を持っている。直径に大きい差のあるこのように小さい小孔は、アルミニウムで形成される金属体に、中実材料に比較して小さい比重を与えることができるが、所定の条件において1.0g/cm<sup>3</sup>より小さい密度及び材料の60%以上の圧縮度は、大抵の場合得られない。

【0007】泡状金属から形成される種々の形状の軽量体を製造するため、順次に(米国特許第5281251

号明細書、ドイツ連邦共和国特許第4326982号明細書)又は連続的に(米国特許第5334236号明細書、欧州特許出願公開第544291号明細書、ドイツ連邦共和国特許第4326982号明細書、国際出願第91/03578号明細書)に動作する多数の方法及び装置が既に提案されており、それにより全く原理的に機能する物体が製造可能であるが、その機械的特性はしばしば要求される精度では設定不可能である。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】ここに本発明が救済策を提供し、軽量成形体を製造するため最初にあげた種類の方法を提供し、それにより材料が実質的に正確な機械的特性値を持つように、成形体の内部構造を構成可能にすることをねらっている。

【0009】更に本発明の課題は、印加される特に多次元的な圧縮応力に応じて大幅に正確な変形特性を持つ構造を有する最初にあげた種類の成形体を提供することである。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による目的は、流動可能な泡状金属が、空洞の寸法の単モード分布でかつ1.0~30.0mmの範囲にある空洞の割合に関して最大の長さで製造され、鋳型へ入れられ、鋳型内で実質的に全面に圧力を受けて圧縮され、空洞を包囲する粒子を含む金属溶湯区画壁に、少なくとも一部分平面の範囲が存在し、溶湯の凝固熱が導出されることによって達せられる。

【0011】本発明により得られる利点は、実質的に、泡状金属における空洞の寸法の単モード分布が、特定の応力状態における材料特性の前提条件をもたらすことである。割合に関して最大の空洞の直径は、材料の弾性限界の高さ及び部材の圧縮応力の印加の際のがまんできる比表面荷重にとって、重要である。

【0012】区画壁に少なくとも一部分平面の範囲を作成するために、流動可能な泡の実質的に全面の場合によっては僅かの圧縮荷重が必要であり、これから複数の利点が生じる。しかしこのように泡材料にある区画壁及びその分岐範囲が機械的支持荷重又は屈曲荷重に対して有利に設定又は形成されることが、特に重要である。それにより、所定の応力限界を超過する際、小孔の屈曲又は小孔の崩壊が、軽量体の僅かな凝固の際、大きい変形又は圧縮度により行われる。

【0013】泡材料における空洞の寸法の狭い範囲内で得られる単モード分布のため、及び空洞の割合に関して最大の直径の正確な設定のために、空洞の寸法の単モード分布を調節するため、溶湯へ突出して入り込む少なくとも1つの供給管によりガスが入れられると、特に有利なことがわかった。

【0014】製造技術的にただし製品の品質に関しても、流動可能な泡状金属の圧縮が、成形体の所望の寸法

に相当する内側寸法を持つ鋳型内で行われると、有利である。

【0015】機械的荷重に関して特に所望の材料特性に関して本発明の別の課題は、成形体の泡状金属が、三次元的に見て1.0~30.0mmの範囲に空洞の割合に関して最大の長さの単モード分布を持っていることによって、解決される。

【0016】泡状金属からこうして形成される軽量成形体の利点は、実質的に、既にはじめに述べたように、気泡の壁の分岐部構成に関して、単モード方式により有利な状態が得られることによって、根拠づけられる。空洞の大きさの2モード又は多モード分布では、壁分岐点に、場合によっては小さいか又は非常に小さい小孔を持つ肥厚部及び凝固収縮部が存在し、それが一方では泡体の比重を高め、それを形成するための金属費用を増大し、他方では力成分の分割を妨げることがあり、それにより荷重がかかる際の壁の屈曲が一義的には決定されない。

【0017】少なくとも一部空洞を含む区画壁が、平面の範囲を持っていると、圧縮力の成分の分割の際、作用機構の効果の本発明による利点が強められる。

【0018】更に有利なように、泡状金属を三次元的に見て、それぞれ異なる2つの空洞の最大長さの比が、少なくとも20対についての平均で45より小さいと、泡空洞の崩壊が始まる大幅に狭い荷重範囲が得られる。

【0019】その際泡状金属を三次元的に見て、それぞれ異なる2つの空洞の最大長さの比が、少なくとも20対についての平均で30より小さく、なるべく15より小さく、特に5より小さいと、圧縮荷重に応じて材料の弾性変形から塑性変形への移行の精度を更に高めることができる。これらの値は、成形体における凝固収縮を考慮しない時、作成される空洞に関係している。

【0020】泡状金属の製造及び機械的荷重のかかる際成形体の特性にとって、流動金属及び空洞の区画壁の組成及び構成も、同様に重要である。

【0021】補強のため粒子が金属母材中に均一に分布して含まれていると、機械的荷重に関して母材の高い等方性補強が与えられる。その際互いに隣接する空洞が、金属母材により完全に互いに分離されていても有利である。冷却の際機械的応力により生じることがある個々の亀裂は、圧縮荷重のかかる際作用しない。

【0022】金属母材が軽金属なるべくアルミニウム又はアルミニウム合金から成ると、特軽い成形体が発明により作成可能である。

【0023】更に金属母材に含まれる粒子が1~50 $\mu$ mなるべく3~20 $\mu$ mの大きさを持っていると、特に有利な重量-特性比が得られる。

【0024】泡立ち及びその凝固又は屈曲に対して補強された泡分離壁の構成のための補強として、金属母材に非金属粒子なるべくSiC粒子又はAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子又は

金属間相から成る粒子が含まれていると、意外に有利なことがわかった。

【0025】その際金属母材に含まれている粒子の容積割合が10～50容積%なるべく15～30容積%であると、特に有利なことがわかった。

【0026】泡状金属の密度が $1.05\text{ g/cm}^3$ より小さく、なるべく $0.7\text{ g/cm}^3$ より小さいと、本発明による種類の軽量成形体の有利な重量-特性比を高めることができる。

【0027】材料試験の際製作された図及びダイアグラムにより本発明を更に説明する。

【0028】図1の(A)及び(B)には、本発明によるアルミニウム成形体における空洞の構成が断面図で示されている。寸法の単モード分布では、(A)の成形体に、20～12mmの範囲にある空洞の最大長さが確認され、割合に関して最大の長さは17.2mmであった。流動可能な泡状金属の約3.2%だけの圧縮が行われたが、空洞を包囲する区画壁の範囲に著しく平面の範囲が形成されている。

【0029】図2から、成形体の密度と圧縮応力との関係がわかる。開発作業の際、空洞の最大長さの単モード分布及びその増大する均一性が、関係の散乱帯へ限定的に影響する。換言すれば、泡体における空洞の単モード分布が存在し、空洞が狭い範囲に特定の大きさを持っていると、圧縮応力印加の際、変形又は崩壊の始めは、正確な物理的特性である。それにより泡部材の特性は、有利なように正確に計算可能であるか、特定の機能に対して泡部材の構成及び構造を規定することができる。

【0030】圧縮変形に関係する応力が、図3に3つの成形体の実験結果について比較して示されている。 $0.091\text{ g/cm}^3$ 及び $0.114\text{ g/cm}^3$ の密度を持つ成形体1及び2の構造は、本発明によるものであり、比較体3は、泡壁の分岐部に材料集中を持つ空洞の寸法の2モード分布を持っていた。成形体1及び2の圧縮曲線において、約70%の圧縮度まで、成形体の極めて僅かな硬化が認められる。比較体3は、約45%の圧縮度まで、材料の著しい硬化を示し、硬化はこの値から更に増大する。これは空洞寸法の2モード分布の硬化を示している。

【0031】図4は、断面図により軽量体の泡壁の分岐

部形状を示している。(A)には、3つの空洞の間の壁縁の鋭い分岐部構成が示されている。このような分岐部は、結合範囲における亀裂及び破壊を早期に生じる傾向がある。(B)から、厚くされた壁分岐部がわかる。この分岐部構成は、大きい比重及び成形体の圧縮荷重印加の際成分の不利な構成を生じる。(C)は壁部分の分岐部を示し、壁の厚さ及び分岐部質量が、大きい圧縮変形に関して、大きい圧縮度における成形体の僅かな硬化で有利に形成されている。

【0032】図5には、本発明により形成される圧縮なしの泡状金属体が平面図で示され、ガスは、泡に対する異なる分離パラメータで、溶湯へ突出して入り込む供給管により入れられた。気泡のそれぞれの寸法の単モード分布がわかる。(A)による金属体は $0.1\text{ g/cm}^3$ の比重を持ち、(B)及び(C)による金属体は $0.2\text{ g/cm}^3$ 及び $0.4\text{ g/cm}^3$ の比重を持っている。

【0033】計算機断層撮影データ組が、局部密度の値の計算(密度マッピング)のために使用可能である。局部密度を計算するための平均化プロセスは、平均化容積の間の材料分布を確認するのを可能にする。検査の計算された密度値のダイアグラムは軽量成形体の均質性についての説明を与えることができる。

【0034】図6から、計算機断層法により求められた、本発明による成形体1及び比較体2における平均局部密度の相対頻度がわかる。成形体1の平均局部密度は、約 $0.22\text{ g/cm}^3$ において、狭い頻度最大値を持ち、これが空洞の寸法の単モード分布及び空洞の割合に関して最大長さの狭い範囲を示している。これに反し多モード比較体2は、平均局部密度値の著しい落ち込みを持つ幅広い経過により特徴づけられている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による軽量成形体の断面図を示す。

【図2】成形体の密度と圧縮応力との関係のグラフを示す。

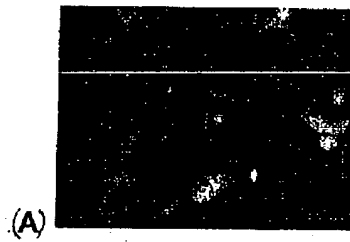
【図3】成形体の圧縮応力との関係のグラフを示す。

【図4】泡壁の分岐部形状の3つの断面図を示す。

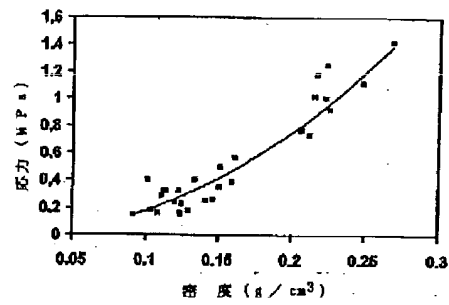
【図5】異なる容積密度を持つ泡体の3つの平面図を示す。

【図6】本発明による泡体及び比泡体の平均局部密度のグラフを示す。

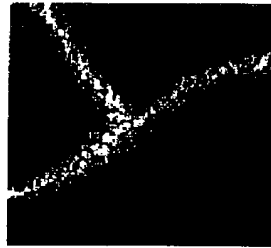
【図1】



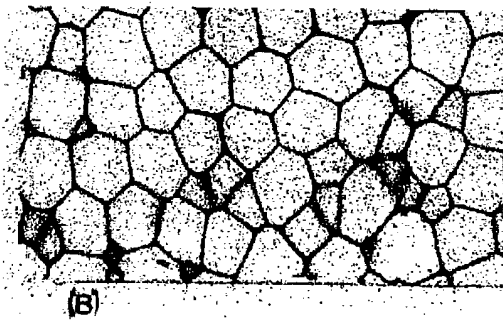
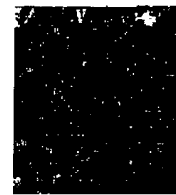
【図2】



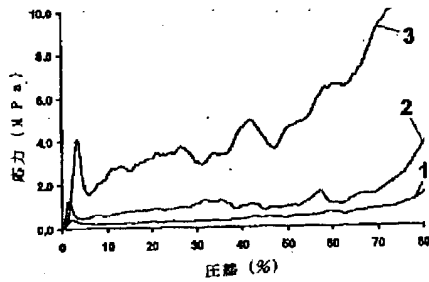
【図4】



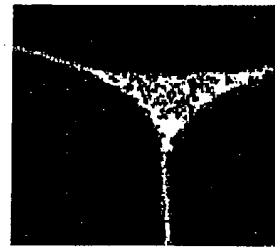
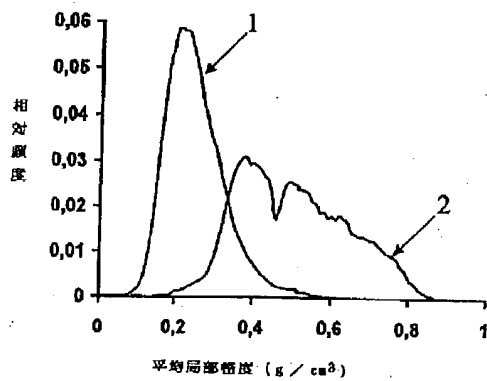
【図5】



【図3】



【図6】

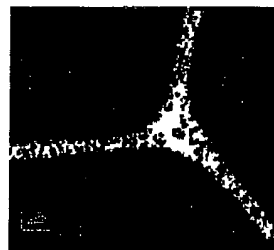


(A)

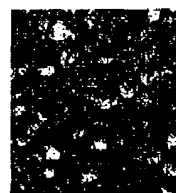


(A)

(B)



(C)



(C)

フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターム(参考)
C 2 2 C 1/10 21/00		C 2 2 C 1/10 21/00	G E
(72) 発明者 フランツ・ドーベスベルゲル オーストリア国シエヴァルツエナウ・クラ インライヒエンバッツハ25		(72) 発明者 デイトマル・ライトマイエル オーストリア国シユリースハイム／ヴエル ス・ギユンターレルシエトラーセ5	
(72) 発明者 ヘルベルト・フランク オーストリア国ベルク・ボスヒアヒエルジ ードルング31		(72) 発明者 アロイス・ビルクマン オーストリア国モースドルフ・ヌンメル2 (72) 発明者 ペーテル・シユルツ オーストリア国シムバッツハ・ヤコブーグロ スーシユトラーセ4	
		Fターム(参考) 4K020 AA22 AC01 BB05	